

全国化工工人中级技术理论培训教材

化学基础 化工机械及设备

化工基础 化工电气及仪表

习题解答及教学指导

魏安邦 主编 张荣 主审

吉林科学技术出版社

化工

川试用教材

化学基础 化工基础 化工机械及设备
化工电气及仪表

习题解答及教学指导

魏安邦 主编
荣 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

吉林科学技术出版社

化工工人中级技术理论培训 试用教材
化学基础、化工基础、化工机械及设备
化工电气及仪表

习题解答及教学指导

魏安邦 主编 张 荣 主审

责任编辑：吕广仁

封面设计：杨玉中

**出版
发行**

吉林科学技术出版社787×1092毫米32开本12,125印张265,000字

1988年10月第1版 1989年8月第2次印刷

印数：6651—10230册 定价：3.30元

印刷

吉林工学院印刷厂

ISBN 7-5384-0270-5/O·18

内 容 提 要

本书是根据化工工人中级技术理论培训教学大纲和吉林科技出版社出版的《化学基础》、《化工基础》、《化工机械及设备》与《化工电气及仪表》四门课程的试用教材编写的，它是上述四门试用教材的配套参考书。

全书按上述各教材的目录顺序分章编写，每章内容包括基本要求、学时安排、教学的重点和难点、教法建议和习题解答。书后附有各科教材的总学时分配和主要参考书目。

本书是有关课程的教师和化工工人学习时必备的参考书，也可供化工技校、轻工等企业工人培训时与教材配套使用。

前 言

本书是根据化工工人中级技术理论培训教学大纲和吉林科学技术出版社出版的《化学基础》、《化工基础》、《化工机械及设备》与《化工电气及仪表》四门课程试用教材，并结合编者的教学经验与体会编写而成。可供有关教师教学使用。

本书按上述各教材的目录顺序分章编写，每章内容包括基本要求、学时安排、教学的重点和难点、教法建议和习题解答（或习题选解、计算举例、问题解答）。书后附有各科教材的总学时分配和主要参考书目。

在编写过程中，力求文字通俗易懂，内容联系教学实际，以便教师更好地试用教材。同时，注意到以下几点：

1. 注意突出教学重点。每章内容围绕教学的重点，提出一些应注意的问题和教法建议，以利教师组织教学。为了使问题阐述清楚，对教材中某些重要内容还作了适当的补充，供教学参考。

2. 注意知识的巩固和运用。书中不仅对各章节所列的练习题或较复杂的思考题，作了认真的解答或选解，而且对某些重点内容补写了计算举例或问题解答，借以巩固所学知识，培养学员如何运用理论知识去分析和解决实际问题的能力。

3. 注意与教材的衔接和配合。为了便于阅读参考，本书与教材所用的篇章顺序、公式符号、名词术语等均完全一致。

本书是由原教材编者参加编写的。以参编章次为序：
I、《化学基础》由罗光和、陈晓达、曲淑媛编写；II、《化工基础》由魏安邦、齐铁利、吕继奎、陈淑兰、胡伯兴编写；III、《化工机械及设备》由刘殿生、谭英贞、赵喜林、邵永钧、刘纯厚编写；IV、《化工电气及仪表》由王德芳、张洪烈、迟书栋、崔浩范编写。全书由魏安邦主编，张荣副教授主审。

由于编者水平有限，教学经验不足，书中一定存在着缺点和错误，欢迎使用本书的教师和学员批评指正。

编 者

目 录

前言

I、化学基础	1
第一章 基本概念	1
第二章 原子结构和元素周期律	8
第三章 分子结构	14
第四章 溶液和相平衡	16
第五章 化学反应速度与化学平衡	24
第六章 电解质溶液	30
第七章 电化学基础	38
第八章 重要元素及其化合物	45
第九章 有机化合物概述	50
第十章 烃	53
第十一章 烃的衍生物	72
第十二章 高分子化合物	104
II、化工基础	108
绪论	108
第一章 流体输送	110
第二章 混合物料的分离	140
第三章 传热	145
第四章 蒸发	170
第五章 结晶	181
第六章 蒸馏	186
第七章 萃取	213
第八章 吸收	215
第九章 固体干燥	242

第十章	冷冻	251
III、化工机械及设备		256
第一篇	识图	256
第一章	识图的基本知识	256
第二章	零件图和装配图的识读	263
第三章	化工设备图	273
第四章	化工工艺图	275
第二篇	机械基础	276
第一章	化工常用材料	276
第二章	机械传动及连接件	282
第三章	轴承与润滑	285
第三篇	常用化工机械	287
第一章	流体输送机械	287
第二章	固体物料输送、粉碎和筛分机械	302
第四篇	化工容器及设备	304
第一章	化工容器	304
第二章	化工管路	310
第三章	塔设备	312
第四章	换热设备	318
第五章	物料分离设备	322
第六章	干燥设备	326
第七章	化工设备的使用与维护	329
IV、化工电气及仪表		333
第一篇	基础电工学	333
第一章	直流电路	333
第二章	电和磁的关系	339
第三章	交流电路	343
第四章	工业电子学基础知识	346
第二篇	电气设备	348
第五章	变压器	348

第六章	交流电动机	351
第七章	电动机的继电接触控制	354
第八章	安全用电知识	358
第九章	电测量指示仪表	358
第三篇	化工仪表与自动化基础知识	359
第十章	化工参数的测量和变送	359
第十一章	化工自动化的基本概念	364
第十二章	单元组合仪表	367
第十三章	自动调节系统	369
第十四章	计算机控制介绍	371
附录		372
一、	总学时分配	372
二、	主要参考书目	376

I、化学基础

第一章 基本概念

一、基本要求

1. 掌握物质的组成、分类和无机物之间的反应关系；
2. 掌握质量、重力、体积、密度、温度、压强、原子量、分子量、摩尔、摩尔体积和热化学方程式等概念以及法定计量单位；
3. 掌握气体状态方程式与分压定律的应用；
4. 掌握气体液化的原因及条件。

二、学时安排

本章教学约需20学时（其中习题课2学时），大体安排如下：

第一节 物质

（一～三）

2 学时

（四）

2 学时

第二节 物质的测量

(一~四)	2 学时
(五、六)	2 学时
(七)	2 学时
第三节 物质状态	
(一、二)	2 学时
(三)	2 学时
(四)	2 学时
(五)	2 学时
习题课	2 学时

三、教学的重点和难点

重点：无机物之间反应关系、摩尔和摩尔体积概念、有关的法定单位、理想气体状态方程式及其应用。

难点：摩尔、气体的液化和理想气体状态方程。

四、教法建议

本章内容特点是：概念多，化学上所涉及的基本概念，大多在本章；内容杂，从初中物理到初中化学中的基本概念部分；计算也多，有摩尔、摩尔体积、化学方程式和理想气体状态方程式等方面的计算。

1. 从日常生活中常见事例入手，引出化学研究的对象是物质。然后，给出物质的定义：“物质是作用于我们的感官而引起感觉的客观实在”。这句话较抽象，要指出这个定义阐明了物质是客观存在的，而且物质也是可以认识的这一基本观点，进而复习物质的组成和分类，重点复习无机物间反应关系及其条件。例如金属与酸反应生成盐和氢气需要两个条件：一是必须位于金属活动顺序表中氢前面的金属；二是必

须是非氧化性的酸。又如碱和盐反应生成新盐新碱，要求碱和盐是可溶的，并且生成的新盐新碱中有一种是难溶的，否则反应将不能发生。

2. 介绍各物理量时，同时介绍法定单位。其中重点介绍摩尔概念，先说明引入摩尔的必要性，然后由12g碳—12含有的原子数引出摩尔定义，进而引出摩尔质量概念，最后指出物质的量、质量和摩尔质量之间的关系。

3. 从气体的经验定律入手，导出理想气体状态方程，要指出气体状态方程的意义和应用范围；要求记住 $PV = nRT$ 这一基本关系式，由此进一步介绍气体的分压定律。气体的液化是个难点，要从气体的压缩实验入手，根据实验得出 CO_2 的 $P-V$ 等温线，然后从分析 CO_2 的 $P-V$ 等温线中，引出临界点和临界状态，进而指明气体液化的原因和条件。

4. 本章习题课，在简单复习概念的基础上，进行三个方面的计算，即摩尔和摩尔体积的计算、化学反应方程式的计算和气体状态方程式的计算。

五、习题选解

10. CO 在标准状况下的密度是 $1.25\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ，求它的分子量。

解：已知在标准状况下， 1mol 任何气体占有的体积都是 22.4 升，则 CO 的摩尔质量为

$$1.25\text{g}\cdot\text{L}^{-1} \times 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} = 28\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

即 CO 的分子量为 28 。

11. 8g 氧在标准状况下的体积是多少升？

解：氧的摩尔质量是 $32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

8g 氧在标准状况下的体积为

$$\frac{8 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.6 \text{ L}$$

12. 在标准状况下200L CO₂的质量是多少克?

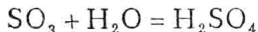
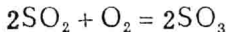
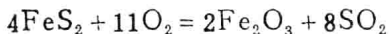
解: CO₂的摩尔质量是44g·mol⁻¹ 则

$$n = \frac{200 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8.93 \text{ mol}$$

$$m = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 8.93 \text{ mol} = 392.92 \text{ g}.$$

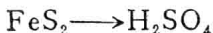
13. 某硫酸厂计划下月增产98%的H₂SO₄280吨,问理论上需要多少吨含硫量为35%的FeS₂矿?

解: 先写出由FeS₂生产H₂SO₄的各步反应,找出FeS₂和H₂SO₄间的反应关系,再进行计算。



可见,一分子FeS₂可产生两分子H₂SO₄。

假设生产98% H₂SO₄280吨需纯FeS₂为x吨,则根据FeS₂和H₂SO₄反应关系计算如下:



$$120 \qquad 196$$

$$x \qquad 280 \times 98\%$$

$$x = \frac{120 \times 280 \times 98\%}{196} = 168 \text{ (吨)}$$

折成含硫量为35%的FeS₂矿:

$$168 \div 35\% = 480 \text{ (吨)}$$

14. 某氯碱厂预计今年用含NaCl为95%的海盐10万吨,求理论上可以制得烧碱多少吨?如将生产的氯气和氢气合成30%的盐酸,问能生产合成盐酸多少吨?

$$\begin{aligned}
 \text{解: } & 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2 \\
 & 2 \times 58.5 = 117 \quad 2 \times 40 = 80 \quad 2 \quad 71 \\
 & 100\,000 \times 95\% \qquad \qquad \qquad x \quad y \quad z \\
 x = & \frac{100\,000 \times 95\% \times 80}{117} = 64\,957.27 \text{ (t)} \\
 & = 6.496 \text{ 万吨} \\
 y = & \frac{100\,000 \times 95\% \times 2}{117} = 1\,620 \text{ (t)} \\
 z = & \frac{100\,000 \times 95\% \times 71}{117} = 57\,650 \text{ (t)}
 \end{aligned}$$

设生产合成盐酸为 x 万吨, 则

$$\begin{aligned}
 & \text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} \\
 & 2 \qquad \qquad 73 \\
 & 0.162 \qquad \qquad x \\
 x = & \frac{0.162 \times 73}{2} = 59\,130 \text{ (t)}
 \end{aligned}$$

折成30%盐酸: $59.13 \div 35\% = 168\,940 \text{ (t)}$

15. 用含 CaCO_3 为96%的石灰石生产1 000kg CaO , 理论上需要用石灰石多少kg? 实际生产中由于某种消耗, 每生产1 000kg CaO 用去1 900kg石灰石, 计算原料的利用率?

解: 设每生产1 000kg CaO 需用纯 CaCO_3 为 x kg, 则根据方程式计算如下:

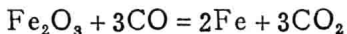
$$\begin{aligned}
 & \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2 \\
 & 100\text{kg} \qquad \qquad 56\text{kg} \\
 & x\text{kg} \qquad \qquad 1\,000\text{kg} \\
 x = & \frac{100 \times 1\,000}{56} = 1\,786 \text{ (kg)}
 \end{aligned}$$

折成96%的石灰石为

$$1\ 786 \div 96\% = 1\ 860.42(\text{kg})$$

$$\text{原料利用率} = \frac{1\ 860.42}{1\ 900} \times 100\% = 97.92\%$$

16. 计算反应的热效应。已知 Fe_2O_3 的生成热为 $-815.88\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。



解：由表1—3查出各物质的生成热如下：

CO的生成热为 $-110.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

CO_2 的生成热为 $-393.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



$$-815.88 \quad 3 \times (-110.5) \quad 0 \quad 3 \times (-393.5)$$

则反应的热效应可计算如下：

$$\begin{aligned} & 3 \times (-393.5) - [-815.88 + 3(-110.5)] \\ & = -33.12(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) \end{aligned}$$

17. 某真空设备的压力为 $1.3 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ，温度为 27°C ，求在这样高的真空下 1L 空气中含有的分子数？

解：已知 $P = 1.3 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ， $V = 1 \times 10^{-3}\text{m}^3$ ， $T = 300\text{K}$ ， $R = 8.31\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1.3 \times 10^{-4}\text{Pa} \times 1 \times 10^{-3}\text{m}^3}{8.31\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 300\text{K}} \\ &= 5.21 \times 10^{-3}\text{mol} \end{aligned}$$

含有的分子数为

$$5.21 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23} = 3.14 \times 10^{21} \text{ (个)}$$

18. 氧气瓶的容积为 0.04m^3 ，求在 $1.013 \times 10^6\text{Pa}$ 27°C 时，这个氧气瓶能装多少克氧气？

解：已知 $P = 1.013 \times 10^6\text{Pa}$ ， $V = 0.04\text{m}^3$ ， $T = 300\text{K}$ ，

$R = 8.31\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 由 $PV = nRT = \frac{G}{M} RT$ 得该

氧气瓶能装氧气的克数为

$$G = \frac{PVM}{RT} = \frac{1.013 \times 10^6 \text{Pa} \times 0.04 \text{m}^3 \times 32 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8.31 \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{K}}$$
$$= 520 \text{g}$$

19. 在 15°C ， 90kPa 的压力下，将体积为 250ml 的 CO 气体恒压加热到 80°C ，问它的体积是多少？

解：已知 $V_1 = 250 \text{ml}$ ， $T_1 = 288 \text{K}$ ， $T_2 = 353 \text{K}$

根据查理定律，有如下关系：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{则}$$

$$\frac{250}{V_2} = \frac{288}{353}$$

解得 T_2 时的体积为 $V_2 = 306.42 (\text{ml})$

20. 氧气瓶容积是 60L ，室内温度为 27°C ，表上压力为 $1.611 \times 10^4 \text{kPa}$ （实际压力 = 表压 + 101.325kPa ），问瓶内有多少 kg 的氧气？在标准状况下占有多大体积？

解：已知 $P = 1.611 \times 10^4 \text{kPa} + 101.325 \text{kPa}$
 $= 16\,211.325 \text{kPa}$

$V = 60 \text{L}$ ， $T = 300 \text{K}$ ， $R = 8.31 \text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$\text{则 } n = \frac{PV}{RT} = \frac{16\,211.325 \text{kPa} \times 60 \text{L}}{8.31 \text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{K}}$$
$$= 390.16 \text{mol}$$

氧气的质量为 $390.16 \text{mol} \times 32 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12\,485.26 \text{g} = 12.49 \text{kg}$

氧气的体积为 $390.16 \text{mol} \times 22.4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 8\,739.58 \text{L}$ 。

21. 质量为 0.495g 的氯仿蒸气（可视为理想气体）收集在体积为 127ml 的烧瓶中，在 98°C 时瓶中蒸气压力为

100.514kPa, 试计算氯仿的分子量。

解: 已知 $P = 100.514\text{kPa}$, $V = 0.127\text{L}$, $T = 371\text{K}$,
 $G = 0.495\text{g}$, $R = 8.31\text{kPa}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$$M = \frac{GRT}{PV} = \frac{0.495\text{g} \times 8.31\text{kPa}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 371\text{K}}{100.514\text{kPa} \times 0.127\text{L}}$$
$$= 119.55\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

即氯仿的分子量为119.55。

第二章 原子结构和元素周期律

一、基本要求

1. 了解原子核外电子的运动状态;
2. 掌握原子核外电子的排布规律;
3. 理解元素周期律, 认识周期表的结构和元素分类;
4. 掌握元素性质与原子结构的关系, 掌握同周期、同一主族元素性质递变规律, 学会使用周期表。

二、学时安排

本章教学约需14学时 (其中习题课2学时), 大体安排如下:

第一节 原子核外电子的运动状态

(一、二) 2 学时

(三) 2 学时

第二节 核外电子的排布 2 学时

第三节 元素周期律和元素周期表 2 学时

第四节 元素的性质和原子结构的关系 2 学时